

Recherches-système en agriculture et développement rural

Symposium international

Montpellier, France – 21-25 novembre 1994

Systems-Oriented Research in Agriculture and Rural Development

International Symposium

Montpellier, France – 21 to 25 November 1994

Communications / Papers



Le troupeau : un système biotechnique complexe

Les enseignements d'une recherche pluridisciplinaire menée au Sénégal

Moulin Charles-Henri¹ ; Tillard Emmanuel²

¹ ENSA/INRA, 2 place Viala, 34060 Montpellier cedex 1, France

² Laboratoire national de l'élevage et des recherches vétérinaires, BP 2057, Dakar-Hann, Sénégal

Résumé

Le troupeau, groupe d'animaux conduits ensemble, est un système construit et piloté par l'éleveur. C'est un objet de recherche pertinent pour raisonner les modifications de pratiques d'élevage permettant une meilleure maîtrise des processus de production. L'étude du troupeau présente des difficultés méthodologiques. Les auteurs exposent les principes d'une démarche pluridisciplinaire, construite à partir d'une expérience de recherche sur les systèmes d'élevage de petits ruminants au Sénégal. Cette démarche s'appuie sur un recueil de données par des suivis individuels d'animaux identifiés dans des troupeaux traditionnels. Le traitement de l'information se fait par création de variables synthétiques caractérisant différents éléments cohérents du système "troupeau" et de son environnement, comme le système de production, le mode d'élevage, le profil de performances et le profil des affections respiratoires. La confrontation des variables synthétiques permet de mettre en évidence les relations entre les différents éléments du système. La diversité des troupeaux peut alors être caractérisée et interprétée grâce à une analyse comparative des types de troupeau. Les résultats d'une étude menée sur 121 troupeaux, de 1985 à 1992, en zone sahélienne, illustre l'intérêt de la démarche.

Mots clés

Système d'élevage, troupeau, méthode, traitement des données, productivité, facteur de risque, pneumopathie, ovin, Sénégal.

Abstract

The Flock as a Complex Biotechnical System. Lessons from Multidisciplinary Research Conducted in Senegal
The flock—a collective animal group—is a system, built and driven by the breeder. It provides a relevant starting point for identifying modifications of breeding practices that result in improved production processes. There are some methodological difficulties involved in the study of the flock. This paper presents the principles of a multi-

disciplinary approach developed as a result of experience gained of small ruminant breeding systems in Senegal. It is based on data collected by monitoring identified animals belonging to traditionally managed herds. Data treatment involves a number of variables that characterize coherent components of the herd system and of its environment such as the production system, breeding practice, performance pattern, and incidences of respiratory diseases. Comparison of variables reveals relations between different components of the system. Herd diversity can then be characterized and interpreted by comparative analysis of herd types. The interest of the approach is illustrated by reference to the results of a study of 121 flocks of small ruminants in the Sahelian region (1985—1992).

Introduction

Le troupeau est un groupe d'animaux constituant une unité de gestion technique (Landais *et al.*, 1987). Il est construit par l'éleveur : c'est un objet piloté (Meuret, 1993). Il constitue un système biotechnique, avec un pôle biologique (l'animal et ses performances) et un pôle technique (l'éleveur et ses pratiques). Le troupeau est donc un objet d'étude pertinent pour raisonner des modifications des pratiques d'élevage afin de permettre une meilleure maîtrise par l'éleveur de la productivité de son troupeau.

En milieu tropical, les études à l'échelle du troupeau se heurtent à plusieurs difficultés. Le choix des unités d'observation n'est pas aisé en raison de la complexité de l'organisation sociale du peuplement animal (Lhoste, 1986). Le recueil de données individuelles, à partir de suivis dans des troupeaux traditionnels, s'est développé (Wilson, 1980 ; Poivey *et al.*, 1981 ; Bourzat, 1989 ; Faugère et Faugère, 1993). Des banques de données fiables ont ainsi été consti-

tuées, gérant des informations multiples sur de grands nombres d'animaux. Cette acquisition de méthodes de suivi individuel est une étape importante dans l'étude des systèmes d'élevage tropicaux. Cependant, le développement des outils d'une analyse zootechnique de ces informations n'a pas progressé en parallèle. Les travaux menés en milieu tropical ou dans les zones difficiles des milieux tempérés (Gibon, 1981 ; Dedieu, 1984) n'ont pas abouti à la formalisation de méthodes comme cela a été le cas pour l'analyse agronomique (Sebillotte, 1978). Enfin, les travaux sur l'élaboration de la productivité des troupeaux intègrent difficilement les connaissances issues des recherches analytiques centrées sur l'animal ou des lots homogènes d'animaux.

Pour tenter de faire avancer cette réflexion méthodologique, cette communication présente l'expérience d'une équipe de recherche, confrontée à la mise en œuvre d'une démarche d'étude du troupeau au Sénégal.

Les principes d'une démarche d'étude des troupeaux

Le cadre de l'étude

L'étude a été réalisée par l'équipe du programme Pathologie et productivité des petits ruminants (PPR). Ce programme est conduit conjointement depuis 1983 par l'Institut sénégalais des recherches agricoles (ISRA) et le département Elevage du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD-EMVT). L'équipe mène des recherches sur les systèmes d'élevage de petits ruminants à partir de suivis de troupeaux réalisés avec la méthode "Panurge" (Faugère et Faugère, 1993), dans trois régions du Sénégal. Le dispositif repose sur un suivi démographique des troupeaux, avec contrôle individuel des performances animales. Simultanément, des protocoles complémentaires sont mis en œuvre, sur les pratiques d'élevage, les dominantes pathologiques, etc. Tous les protocoles ont un objet commun d'observation et d'analyse : l'ensemble des animaux qui composent un troupeau. L'ensemble des petits ruminants qui résident la nuit dans une concession est appelé "troupeau de concession" et constitue l'unité de travail pour le contrôle des performances. Ce troupeau est géré par un groupe de personnes qui représente une unité de résidence : la concession. Celle-ci est retenue comme unité d'observation pour l'étude des systèmes de production (Benoit-Cattin et Faye, 1982).

Les résultats présentés se rapportent à la Communauté rurale de Ndiagne (superficie : 215 km²), située en zone sahélienne (hauteur moyenne des précipitations annuelles : 300 mm entre 1985 et 1991). La population (15 200 habitants répartis en 37 villages) est partagée entre deux ethnies : les Wolofs, agriculteurs, commerçants et éleveurs de moutons et de chevaux, qui représentent 85 % de la population, et les Peuls, agropasteurs sédentarisés, issus de la grande tradition pastorale peul, éleveurs de vaches, de chèvres et de brebis. L'étude concerne un échantillon de 121 troupeaux : 93 troupeaux ovins (pour un effectif de 1 470 têtes) dans 7 villages wolof et 28 troupeaux mixtes (370 ovins et 580 caprins) dans 5 villages peul.

La stratégie de traitement de l'information

La démarche consiste à travailler tout d'abord sur plusieurs éléments du "troupeau de concession", considéré comme un système, et de son environnement. Ces éléments présentent une cohérence interne forte qui justifie leur analyse préalable avant d'étudier leurs interactions. Pour la recherche menée à Ndiagne, quatre éléments sont retenus : le système de production, qui permet de situer l'élevage des petits ruminants parmi les autres activités de la famille ; le mode d'élevage, combinaison cohérente des pratiques du collectif familial ; le profil de performances de troupeau, qui rend compte de l'élaboration de la productivité au travers des performances individuelles ; le profil des affections respiratoires, qui caractérise l'atteinte du troupeau par les pneumopathies, dominante pathologique majeure (Desoutter, 1993) à étiologie multifactorielle.

Des variables synthétiques, de type qualitatif, sont construites à partir des données de base afin de décrire chaque troupeau pour ces quatre éléments. Ces variables résument l'information sous forme d'indicateurs ayant une signification propre (données sur les systèmes de production résumées par une typologie) et permettent d'étudier les interactions entre les éléments. Cette "réduction des données" est effectuée de façon indépendante par chaque spécialiste du domaine concerné à l'aide d'analyses multivariées. Le croisement des variables synthétiques met en évidence les relations entre les éléments. Par exemple, l'étude conjointe des profils de performances et des pratiques d'élevage permet d'identifier plusieurs "fonctionnements de troupeau" (Moulin, 1993 b). Une analyse comparative des types de fonctionnement est alors mise en œuvre pour comprendre comment les performances s'élaborent sous l'influence des pratiques.

La mise en œuvre de la démarche illustrée par des résultats

L'étude du système de production

Une typologie des systèmes de production est construite à partir d'une enquête rétrospective, conduite en fin de campagne agricole 1990-1991, et concernant les cultures, l'élevage de bovins et d'équidés, la consommation de céréales et les activités extra-agricoles. Les données socio-économiques issues du suivi de petits ruminants sont également utilisées. Des groupes de concessions présentant le même fonctionnement sont constitués par comparaison de fiches synthétisant les informations sur chaque concession. Ce dépouillement est réalisé avec les techniciens réalisant le suivi. Leur connaissance fine des familles leur confère un rôle d'expert (Perrot, 1991) et leur permet de juger de la pertinence des types distingués et du classement des familles dans chacun d'eux.

Pour les concessions wolof, six types de systèmes de production sont distingués, correspondant à trois facteurs de différenciation : l'équilibre entre le produit des activités agricoles et les achats de céréales, indicateur de la capacité de reproduction des familles, l'origine des revenus extra-agricoles et l'organisation du réseau de centres de décision au sein de la concession (Moulin, 1993 a).

L'étude du mode d'élevage

Une pratique est considérée comme un ensemble d'opérations destiné à remplir une fonction globale par rapport aux phénomènes mis en jeu au cours de la production (Teissier, 1979). Quatre catégories de pratiques sont distinguées (d'après Landais *et al.*, 1987) : les pratiques d'agrégation, responsables de la formation des troupeaux de concession ; les pratiques de conduite ; les pratiques d'exploitation et d'acquisition des animaux ; les pratiques de valorisation, par lesquelles l'éleveur utilise (vente, autoconsommation...) les animaux qu'il a prélevés dans son troupeau.

Toutes ces pratiques, sauf la conduite, sont décrites grâce au suivi démographique. Elles présentent une grande diversité locale (entre quatre et cinq modalités chacune), traduisant des équilibres différents entre les fonctions du cheptel (emplois sociaux, trésorerie, production spéculative...).

Pour la conduite, un protocole particulier est mis en œuvre. La chaîne des opérations de conduite est découpée en conduite sur parcours, complémentation, abreuvement, logement nocturne, etc. Pour décrire la diversité des pratiques, différentes caractéristiques sont recueillies par enquête rétrospective auprès du groupe familial, depuis 1989, selon une périodicité semestrielle, en fin de saison sèche et en fin de saison des cultures.

Dans les familles wolof, deux pratiques de conduite varient : la complémentation, avec deux modalités, et le logement des animaux pour la nuit, avec quatre modalités (Moulin, 1993 a). En revanche, d'autres pratiques (conduite sur parcours, traite, sevrage...) ne présentent qu'une modalité pour le système d'élevage wolof (compte tenu des moyens logistiques disponibles pour réaliser des observations dans les troupeaux).

L'étude du profil de performances de troupeau

Cette variable synthétique est construite par étapes. Chaque animal est tout d'abord caractérisé par la succession de ses différentes performances individuelles. Un profil individuel de croissance décrit la carrière d'un animal depuis sa naissance jusqu'à sa sortie du troupeau (pour les animaux morts ou exploités) ou son entrée en reproduction (pour les femelles uniquement). Un profil individuel de reproduction décrit la séquence des mises-bas successives d'une femelle multipare. Une typologie de ces profils individuels est réalisée afin de calculer la distribution des animaux d'un troupeau selon les types de profils individuels. Ce calcul des distributions permet de passer de l'animal au troupeau. Les distributions sont elles-mêmes typées pour construire des groupes de troupeaux présentant le même profil de performances.

Pour les ovins élevés chez les Wolofs (tableau I), l'analyse identifie quatre types de distribution pour les profils individuels de croissance, notés 1 à 4, alors qu'une seule distribution est reconnue pour la reproduction. Quatre types de profils de troupeau (PT 1 à PT 4) sont donc retenus. Par exemple, les troupeaux du type PT 1 sont caractérisés par la fréquence très élevée des animaux exploités après une croissance forte (49 %).

Des indicateurs zootechniques et une productivité globale sont calculés pour chaque profil (tableau II). La comparaison des tableaux I et II permet une interprétation des résultats.

Les troupeaux du type PT 2 présentent un poids moyen à 5 mois de 17,7 kg contre 20 kg pour le type PT 1 : ceci s'explique par la fréquence importante d'animaux ayant une croissance avec crise. Les chutes de croissance au sevrage en pleine saison sèche, caractéristiques de ce profil individuel, sont donc un frein à une productivité plus élevée dans les troupeaux du type PT 2.

Tableau I. Distribution des animaux entre les profils individuels de croissance et de reproduction dans les 4 types de profils de troupeau.

Profils de performances de troupeau	PT 1	PT 2	PT 3	PT 4
Profils individuels de croissance				
Type de distribution	1	2	3	4
Animaux morts entre 0 et 12 mois (%)				
1. morts entre 0 et 5 mois	9	9	10	18
2. morts entre 5 et 12 mois	3	2	9	10
Animaux exploités entre 5 et 24 mois (%)				
3. croissance faible	11	20	19	24
4. croissance avec crise	9	18	18	4
5. croissance forte	49	32	17	15
Femelles entrées en reproduction (%)				
6. précoces	10	10	13	10
7. tardives	8	7	15	18
Total	100	100	100	100
Profils individuels de reproduction				
Type de distribution	1	1	1	1
Femelles multipares (%)				
1. rythme accéléré	29	29	29	29
2. rythme régulier	64	64	64	64
3. rythme ralenti	7	7	7	7
Total	100	100	100	100

Tableau II. Caractérisation des profils de performances de troupeau par des indicateurs zootechniques.

Profils de performances de troupeau	PT 1	PT 2	PT 3	PT 4
Nombre de portées/reproductrice/an	1,05 a	0,98 a	0,90 c	0,92 b
Nombre de produits/portée	1,11 a	1,05 b	1,03 b	1,02 c
Quotient de mortalité entre 0 et 5 mois	0,06 a	0,07 a	0,07 a	0,14 b
Poids à âge-type 5 mois (kg)	20,0 a	17,7 b	16,7 c	15,7 d
Productivité pondérale à 5 mois (kg d'agneau de 5 mois/reproductrice/an)	21,8	16,9	14,4	12,7

a, b, c, d : différence significative au seuil de 1 %

L'étude du profil des affections respiratoires

L'importance des affections respiratoires est évaluée à partir d'indicateurs, calculés pour l'exercice annuel 1991-1992 (Tillard, 1993) : prévalences et gravités des pneumopathies selon le sexe, l'âge et la saison, taux annuels de mortalité globale et de mortalité par pneumopathie. La prévalence moyenne des signes cliniques de la sphère respiratoire, pour un troupeau et une période donnés, est le rapport entre le nombre d'observations avec signes et le nombre total d'observations réalisées au cours d'un suivi clinique bimensuel de tous les animaux (Faugère *et al.*, 1991). L'indice de gravité (Lancelot *et al.*, 1992) est calculé à partir d'un indice individuel, noté de 0 (animal sain) à 5 (animal mort). Pour une période donnée, le degré maximal de gravité, observé sur chaque animal au cours d'un suivi sani-

Tableau III. Caractérisation des groupes d'élevage ovin selon l'atteinte par les pneumopathies.

Groupe	Saison des cultures				Saison sèche						Exercice	
	Mâles		Femelles		Jeunes		Mâles		Femelles		TMT	TMP
	PR	IG	PR	IG	PR	IG	PR	IG	PR	IG		
1	15	0,5	37	1,0	9	0,5	15	0,6	49	1,1	13	2,4
2	49	0,9	69	1,2	25	0,8	41	0,8	67	1,1	13	0,8
3	45	0,9	68	1,2	14	0,6	28	0,7	73	1,2	14	1,7
4	26	0,6	58	1,3	20	0,9	41	1,2	67	1,3	13	4,2
5	23	0,9	48	1,4	24	1,2	24	0,9	52	1,3	19	7,8

PR : prévalence des signes respiratoires *TMT : taux de mortalité totale*
IG : indice de gravité des atteintes respiratoires *TMP : taux de mortalité par pneumopathies*

taire bi-hebdomadaire, est retenu afin de calculer une moyenne par troupeau.

Cinq groupes de troupeaux sont distingués (tableau III). Par exemple, le groupe 5 présente des prévalences moyennes associées à de fortes gravités, quelle que soit la saison, et à une mortalité par pneumopathie importante.

La confrontation des variables synthétiques

Des analyses croisées montrent que 80 % des troupeaux présentant une forte atteinte par les pneumopathies (groupes 4 et 5) ont un profil de performances PT 4 ou PT 3. Les affections respiratoires sont associées à une mortalité importante mais aussi à une faible productivité pondérale.

La figure 1 présente la dispersion des troupeaux ovins des Wolofs en fonction de leur productivité pondérale à 5 mois (PP5, de 10 à 30 kg) et de leur taille, de 7 à 80 têtes. Tous les petits troupeaux sont logés à l'intérieur de la concession. La variabilité de leur productivité est liée aux différentes modalités de la complémentation. Pour les petits troupeaux complétant les animaux 9 à 12 mois de l'année, la variabilité de la productivité est peut-être liée aux quantités distribuées, non estimées par enquête : un protocole de suivi de la complémentation, avec pesée des rations distribuées, a été entrepris sur un échantillon de troupeaux pour vérifier

cette hypothèse. Les grands troupeaux (plus de 20 têtes) ont une productivité faible (moins de 16 kg). Les ovins sont logés hors de la concession et complétés 9 à 12 mois de l'année, parfois uniquement en saison sèche. L'atteinte par les pneumopathies est importante. Le logement hors de la concession constitue donc, à Ndiagne, un facteur de risque des pneumopathies et d'une faible productivité.

Des groupes-cibles pour le développement peuvent être définis, ainsi que des actions techniques ou socio-économiques à promouvoir selon les groupes. Par exemple, les "grands troupeaux ovins wolof" constituent une cible bien caractérisée. Le troupeau est de grande taille (25 à 80 têtes), avec une conduite associée à des résultats techniques plutôt faibles. La concession dont dépend le troupeau est plutôt aisée (système de production "petit ou moyen paysan wolof autonome" ou "gros producteur d'arachide wolof") et le chef de concession est largement impliqué dans l'élevage ovin, qui correspond à un atelier "naisseur-engraisseur". Cet atelier répond aux besoins en animaux pour des emplois à caractère social (abattages lors de cérémonies, dons...) et produit des animaux à commercialiser (notamment des béliers embouchés et valorisés au moment de la fête musulmane de la Tabaski). Etant donné leur capacité d'accumulation et leur intérêt pour la production ovine, ces concessions pourraient être intéressées par des propositions techniques (logement, protection sanitaire, alimentation, maîtrise de la reproduction...) leur permettant d'améliorer la productivité de leurs brebis. En revanche, ces propositions sont inadaptées pour d'autres concessions (avec petit troupeau géré essentiellement par les femmes), pour lesquelles il faut envisager des actions socio-économiques sur les filières d'approvisionnement en intrants et sur les pratiques de commercialisation.

Les intérêts et les limites de la démarche

L'originalité de la démarche réside dans l'analyse de la diversité des animaux pour caractériser le troupeau, plutôt que de travailler sur des performances moyennes de troupeau correspondant à un "animal moyen" qui n'existe pas. Cela permet d'utiliser les connaissances du zootechnicien qui se rapportent essentiellement à l'animal (interprétation des profils individuels) pour comprendre le fonctionnement du troupeau, objet piloté par l'éleveur.

Sur un plan méthodologique, le choix de la concession (unité de résidence) comme unité d'analyse présente des li-

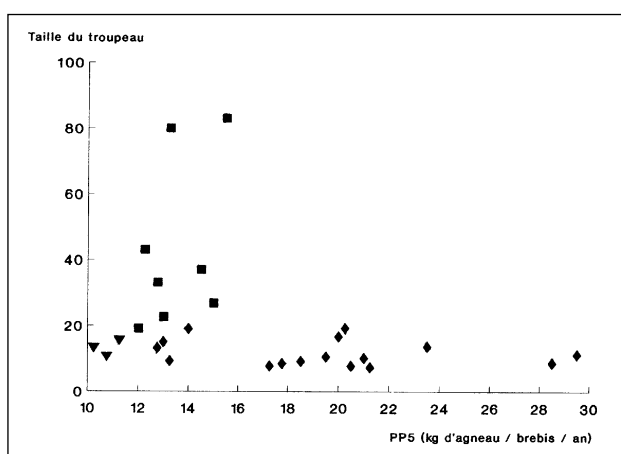


Figure 1. Trois types de fonctionnement de troupeau ovin chez les Wolofs.

- Grand troupeau (plus de 20 têtes), logement extérieur concession, complémentation 9 à 12 mois de l'année
- ◆ Petit troupeau (moins de 20 têtes), logement intérieur concession, complémentation 9 à 12 mois de l'année
- ▼ Petit troupeau (moins de 20 têtes), logement intérieur concession, complémentation en saison sèche

mites en ce qui concerne certains aspects zootechniques ou économiques (les pratiques de conduite et d'exploitation peuvent être différentes entre les propriétaires d'un même troupeau). Cependant, elle présente l'intérêt d'être opérationnelle pour le contrôle de performances et de permettre l'étude du système de production dans lequel s'insère le troupeau. La démarche conduit à une perte d'information au cours de la réduction des données à l'aide de méthodes typologiques. Il faut s'assurer de la pertinence du choix des informations conservées lors de la création des variables synthétiques, notamment en interprétant les types identifiés à chaque étape afin de leur donner du sens et de vérifier la cohérence de la typologie. Des retours sur l'ensemble des données élémentaires doivent, si possible, être réalisés (Moulin, 1993 a). L'avantage de cette procédure est de produire des variables synthétiques qui permettent à différents chercheurs (épidémiologiste, zootechnicien, socio-économiste...) de mémoriser et d'échanger des informations sur leur objet commun d'étude afin de faire le lien entre leurs éléments d'investigation. Ceci conduit à un véritable travail pluridisciplinaire en équipe.

La démarche produit différentes catégories de résultats qui témoignent de son intérêt. L'étude menée à Ndiagne montre qu'il existe localement une diversité des façons de produire, qui dépasse les contrastes opposant les systèmes d'élevage des Wolofs et des Peuls. Pour le système wolof, en dépit de l'apparente uniformité de la conduite, les performances ovines s'élaborent de différentes manières sous l'influence des modes d'élevage. La productivité globale (exprimée en kg d'agneau de 5 mois/brebis/an) présente une large gamme de variation : de 10 à 30 kg selon les troupeaux. Des marges importantes de manœuvre sur le plan technique sont donc disponibles pour améliorer la productivité du cheptel de cette zone. L'étude fournit également des hypothèses de travail pour lever certaines contraintes (comme l'identification de facteurs de risque des pneumopathies) à partir desquelles des expérimentations en milieu paysan pourraient être conduites (modification du logement nocturne dans certains troupeaux pour réduire les affections respiratoires). Enfin, cette recherche fournit des outils pour l'action dans une perspective de développement, avec une typologie des groupes-cibles, repérables à l'aide de quelques indicateurs, et des types d'interventions à promouvoir selon les cibles.

Références bibliographiques

- Benoit-Cattin M., Faye J., 1982. *L'exploitation agricole familiale en Afrique soudano-sahélienne*. Paris, France, PUF, 94 p.
- Bourzat D., 1989. *Les petits ruminants dans les systèmes de production des zones aride et semi-aride de Somalie et du Burkina Faso*. Thèse doctorat, université Paris XII, France, 306 p.
- Dedieu B., 1984. *L'élevage ovin sur parcours méditerranéens. Adaptations et mutations des systèmes de production en Cévennes gardoises*. Thèse docteur-ingénieur, INA Paris-Grignon, France, 311 p.
- Desoutter D., 1993. *Les pneumopathies des petits ruminants au Sénégal. Etude séro-épidémiologique et variations géographiques*. Thèse doctorat, université Paris XII, France, 214 p.
- Faugère O., Faugère B., 1993. *Panurge. Système d'investigation pour l'étude pluridisciplinaire des systèmes d'élevage. Suivi de terrain et utilisation du progiciel de gestion de l'information*. Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, 268 p.
- Faugère O., Merlin P., Faugère B., 1991. L'apport du suivi individuel pour l'épidémiologie en Afrique. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 10 (1) : 103-130.
- Gibon A., 1981. *Pratiques d'éleveurs et résultats d'élevage dans les Pyrénées centrales*. Thèse docteur-ingénieur, INA Paris-Grignon, France, 106 p.
- Lancelot R., Imadine M., Mopate Y., Idriss A., 1992. L'enquête écopathologique sur les pneumopathies des petits ruminants au Tchad : un outil de recherche au service du développement. In : *Actes de la 7^e conférence internationale des institutions de médecine vétérinaire tropicale* (Yamoussoukro), Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, p. 465-473.
- Landais E., Lhoste P., Milleville P., 1987. Points de vue sur la zootechnie et les systèmes d'élevage tropicaux. *Cah. ORSTOM, sér. Sci. Hum.*, 23 : 421-437.
- Lhoste P., 1986. *L'association agriculture-élevage : évolution du système agropastoral au Sine-Saloum, Sénégal*. Thèse-docteur ingénieur, INA Paris-Grignon, France, 106 p.
- Meuret M., 1993. Piloter l'ingestion au pâturage. *INRA études et recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, 27 : 161-198.
- Moulin C.H., 1993 a. *Performances animales et pratiques d'élevage en Afrique sahélienne. La diversité du fonctionnement des troupeaux de petits ruminants dans la Communauté Rurale de Ndiagne (Sénégal)*. Thèse Doctorat, INA Paris-Grignon, France, 259 p.
- Moulin C.H., 1993 b. Le concept de fonctionnement de troupeau. Diversité des pratiques et variabilité des performances animales dans un système agropastoral sahélien. *INRA études et recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, 27 : 73-93.
- Perrot C., 1991. *Un système d'information construit à dire d'experts pour le conseil technico-économique aux éleveurs de bovins*. Thèse doctorat, INA Paris-Grignon, France, 199 p.
- Poivey J.P., Seitz J.L., Landais E., 1981. Finalités et aspects méthodologiques d'un système informatisé de suivi individuel des animaux dans les élevages bovins villageois du Nord de la Côte-d'Ivoire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 34 : 199-210.
- Sébillotte M., 1978. Itinéraires techniques et évolution de la pensée agronomique. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 11 : 906-913.
- Teissier J.H., 1979. Relations entre pratiques et techniques. Conséquences pour la formation et la recherche. *Bulletin INRAP*, 38 : 19 p.
- Tillard E., 1993. Caractérisation de l'atteinte par la pathologie respiratoire des troupeaux de petits ruminants de la zone sahélienne au Sénégal. In : *Actes du 1^{er} colloque international d'écopathologie et de gestion de la santé animale*, Clermont-Ferrand, France, INRA (à paraître).
- Wilson R.T., 1980. Population and production parameters of sheep under traditional management in semi-arid areas of Africa. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 12 : 243-250.

